



## Ophthalmologic examination instrument

**Patent number:** DE10151314  
**Publication date:** 2003-04-30  
**Inventor:** KOSCHMIEDER INGO (DE); DONNERHACKE KARL-HEINZ (DE); LUTHER EGON (DE)  
**Applicant:** ZEISS CARL JENA GMBH (DE)  
**Classification:**  
- **International:** A61B3/135  
- **European:** A61B3/024; A61B3/12  
**Application number:** DE20011051314 20011017  
**Priority number(s):** DE20011051314 20011017

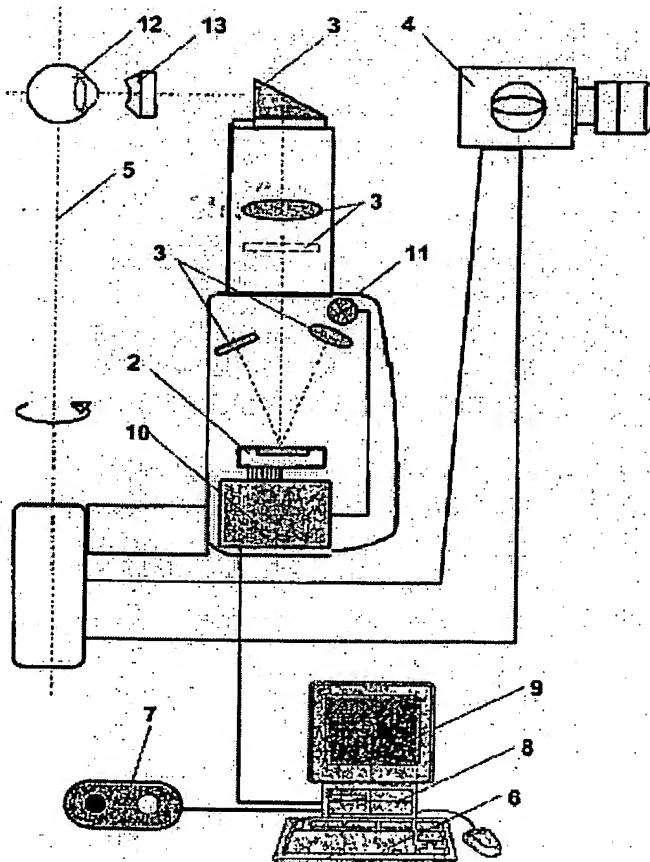
**Also published as:**

 US2003071970 (A1)  
 JP2003153861 (A)

**Report a data error here**

Abstract not available for DE10151314  
Abstract of corresponding document: **US2003071970**

Microperimetry and examinations of the front and back of the eye are made possible by the ophthalmologic examination instrument. The ophthalmologic examination instrument with at least one illumination arrangement for generating temporally and spatially variable light marks and/or luminous fields has an input unit for adjusting the illumination conditions, a signaling device for reporting the detectability and/or undetectability of the light marks, an output unit, and a control unit. In the method, a light mark for fixating the patient's eye and a movable light mark which is variable with respect to position, shape, brightness and/or color is projected in sequence on the back of the eye. Conclusions can be made about the vision of the patient from the detectability of the light marks on the part of the patient. Based on its varied possibilities for producing and manipulating light marks and/or luminous fields, the suggested solution offers an extremely broad applicability in eye examinations. It is possible to locate spatially small functional disturbances on the back of the eye in a fast and reliable manner through monitored microperimetry while simultaneously observing the fundus and with the participation of the subject.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 51 314 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**A 61 B 3/135**

②① Aktenzeichen: 101 51 314.3  
②② Anmeldetag: 17. 10. 2001  
④③ Offenlegungstag: 30. 4. 2003

DE 101 51 314 A 1

⑦① Anmelder:  
Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE

⑦② Erfinder:  
Koschmieder, Ingo, 07743 Jena, DE; Donnerhacke,  
Karl-Heinz, Dr.rer.nat., 07747 Jena, DE; Luther,  
Egon, 07751 Cospeda, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE	195 43 973 C2
DE	43 26 760 C2
DE	198 12 050 A1
DE	197 20 851 A1
US	58 98 474 A
WO	90 03 759 A1

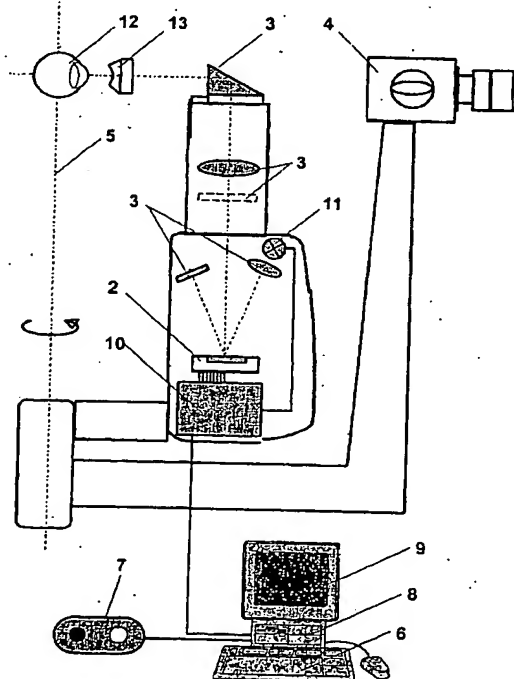
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Ophthalmologisches Untersuchungsgerät

⑤⑦ Mit dem ophthalmologischem Untersuchungsgerät  
sind mikropertimetrische sowie Untersuchungen des Augen-  
vorder- und -hintergrundes möglich.

Das ophthalmologische Untersuchungsgerät mit mindestens einer Beleuchtungsanordnung zur Erzeugung zeitlich und örtlich variabler Lichtmarken und/oder Leuchtfelder weist dazu eine Eingabeeinheit zur Einstellung der Beleuchtungsbedingungen, eine Signalisiereinrichtung zur Signalisierung der Erkennbarkeit und/oder Nichterkennbarkeit der Lichtmarken, eine Ausgabeeinheit und eine Steuereinheit auf. Bei dem Verfahren wird eine Lichtmarke zur Fixation des Patienten Auges und eine bewegbare, in ihrer Lage, Form, Helligkeit und/oder Farbe variable Lichtmarke in einer Abfolge auf den Augenhintergrund projiziert. Aus der Erkennbarkeit der Lichtmarken durch den Patienten können Rückschlüsse auf dessen Sehvermögen gezogen werden.

Die vorgeschlagene Lösung bietet, aufgrund ihrer vielseitigen Möglichkeiten bezüglich der Darstellung und Manipulation von Lichtmarken und/oder Leuchtfeldern, eine äußerst breite Anwendbarkeit bei der Augenuntersuchung. Durch kontrollierte Mikropertimetrie unter gleichzeitiger Beobachtung des Fundus sowie unter Einbeziehung des Probanden ist die rasche und sichere Lokalisierung von örtlich kleinen Funktionsstörungen am Augenhintergrund möglich.



DE 101 51 314 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein ophthalmologisches Untersuchungsgerät mit dessen Hilfe neben der Untersuchung des Augenvorder- und Hintergrundes, eine Bestimmung des Sehfeldes sowie mikroperimetrische Untersuchungen von Patienten erfolgen kann.

[0002] Nach dem bekannten Stand der Technik sind verschiedene ophthalmologische Untersuchungsgeräte bekannt, die jeweils für spezielle Untersuchungen am oder im Auge konzipiert wurden.

[0003] Für die Perimetrie gibt es beispielsweise ophthalmologische Geräte, die das Gesichtsfeld eines Probanden durch Stimulation mittels Lichtmarken bestimmen. Dazu wird ein ganzes Raster von Prüfpunkten über das zu untersuchende Gesichtsfeld verteilt und an all diesen Punkten eine Empfindlichkeitsmessung durchgeführt. Je kleiner dabei das Raster ist, desto kleinere Sehfelddefekte können aufgefunden werden. Besonders interessierende Teilbereiche können mit einem extrem feinen Raster untersucht werden. In [1] werden Computer-Perimeter verschiedener Hersteller anhand ihrer technischen Daten näher beschrieben. Nachteilig bei diesen Geräten ist, dass sie im allgemeinen für andere diagnostische Untersuchungen nicht geeignet sind. Für eine komplexe Augenuntersuchung, die eine Untersuchung des Fundus mit Bestimmung des Sehfeldes und dem Auffinden vorhandener Sehfelddefekte beinhaltet, ist der apparatetechnische Aufwand durch die dafür notwendigen unterschiedlichen Geräte entsprechend hoch.

[0004] Nachteilig bei derzeitigen Perimetern ist, dass es auf Grund der punktwisen und nicht flächendeckenden Untersuchung der Retina oft schwierig ist, örtlich sehr kleine oder unklare Funktionsstörungen aufzufinden und lokalen Ursachen im Auge zuzuordnen.

[0005] Die nach dem Stand der Technik bekannten Augenmikroskope, wie z. B. Spaltlampen, dienen im Normalbetrieb der Untersuchung des vorderen Augenabschnittes. Über zusätzliche Kontaktgläser oder Linsen (z. B. VOLK- oder HRUBY-Linsen) kann der Untersuchungsbereich nach [1] auf den Augenhintergrund ausgedehnt werden. Für die Perimetrie sind sie aber nicht oder nur bedingt geeignet. In Spaltlampen, wird eine spezielle Beleuchtungseinheit zur Erzeugung einer veränderlichen Spaltabbildung eingesetzt. Mittels Spaltbildprojektion wird in dem zu untersuchenden Auge ein Lichtschnitt erzeugt. Die Parameter dieses Schnittbündels sind dabei variabel; insbesondere in Hinblick auf den Einfallswinkel, die Abmessungen des Spaltbildes, seine Intensität und seine spektrale Zusammensetzung. Aus der Form, Lage und Intensität des Streulichtes des so erzeugten Schnittbildes können Rückschlüsse auf den Zustand der einzelnen Medien des Auges gezogen werden. Die Inspektion des Fundus mit der Spaltlampe stellt eine in der Praxis verbreitete und häufig genutzte Methode dar. Wie in [2] dargelegt, ist mit einer Spaltlampe prinzipiell auch eine perimetrische Untersuchung möglich, wenn eine entsprechend kleine punktförmige Lichtmarke erzeugt werden kann.

[0006] Bei Spaltlampen wie sie beispielsweise in [1] beschrieben sind, werden zur Veränderung der Leuchtfeldgeometrie bisher mechanisch/optische Elemente, wie Loch- und Spaltblenden, Filtergläser, Testfiguren usw. benutzt. Diese mechanischen Baugruppen sind sehr aufwendig zu justieren, was durch die Wärmeausdehnung der Baugruppen noch erschwert wird. Eine Reproduzierbarkeit von Einstellungen zu Messzwecken ist nur beschränkt möglich. Durch die festen Spalt- und Schlitzblenden und den Platzbedarf ist die Vielfalt denkbarer Leuchtfeldgeometrien äußerst begrenzt.

[0007] Derartige Anordnungen haben weiterhin den Nachteil, dass die Form und Größe der Lichtmarken, die mit

derzeitigen Spaltlampen erzeugt werden können, nicht auf die Anforderungen der Perimetrie optimiert sind. Lichtmarken werden noch überwiegend mittels mechanischer Blenden erzeugt, deren Veränderbarkeit und Anzahl im Gerät begrenzt sind. Ein weiterer wesentlicher Nachteil besteht darin, dass die Position der Lichtmarken am Augenhintergrund nicht bequem und ausreichend verändert werden kann, um die Konturen von speziellen Netzhautgebieten nachzuführen oder zu beleuchten ohne dabei die Grundeinstellung des Gerätes zu verändern.

[0008] In der DE 198 12 050 A1 ist ein Verfahren und eine Anordnung zur Beleuchtung bei einem Augenmikroskop beschrieben, bei dem die verschiedensten Leuchtmargeometrien mit Hilfe opto-elektronischer Bauelemente erzeugt werden. Die Leuchtfeldgeometrien werden dabei auf den Augenvorder- oder Hintergrund projiziert und dienen der allgemeinen Untersuchung des Auges.

## Literatur

[1] Rassow B u. a., "Ophthalmologisch-optische Instrumente", 1987, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, S. 99ff und 137ff;

[2] Mojon DS, "Die Spaltlampen-Perimetrie", in "Der Augenspiegel", 7-8/2000, S. 20ff.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein ophthalmologisches Gerät zu entwickeln so, mit dem eine allgemeinere Untersuchung des Fundus (Augenvorder- und Hintergrund) und eine Bestimmung des Sehfeldes von Patienten ohne aufwendige Änderung des Geräteaufbaues möglich ist.

[0010] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch das ophthalmologische Untersuchungsgerät mit einem Beobachtungssystem, verschiedenen Strahlformungs- und Ablenkungselementen sowie mindestens einer Beleuchtungsanordnung zur Erzeugung optisch, zeitlich und örtlich variabler Lichtmarken und/oder Leuchtfelder auf dem Augenhintergrund dadurch gelöst, dass eine Eingabeeinheit zur Wahl und Festlegung der einzustellenden Beleuchtungsbedingungen, Signalisiereinrichtung zur Signalisierung der Erkennbarkeit und/oder Nichterkennbarkeit der Lichtmarken durch den Patienten, eine Ausgabeeinheit und eine Steuereinheit zur Steuerung der opto-elektronischen Bauelemente und des Gesamtablaufes sowie zur Speicherung der Daten vorhanden sind. Bei dem Verfahren zur Bestimmung des Sehfeldes von Patienten werden eine Lichtmarke zur Fixation des Patientenauges und eine in ihrer Lage, Form, Helligkeit und Farbe variable Lichtmarke in einer Abfolge auf den Augenhintergrund projiziert. Aus der Erkennbarkeit der Bildinformationen bezüglich Lage, Form und Helligkeit der Lichtmarken können Rückschlüsse auf das Sehfeld des Patienten gezogen werden.

[0011] Die vorgeschlagene technische Lösung eines ophthalmologischen Untersuchungsgerätes bietet, aufgrund seiner vielseitigen Möglichkeiten bezüglich der Darstellung und Manipulation von Lichtmarken und/oder Leuchtfelder, eine äußerst breite Anwendbarkeit bei der Augenuntersuchung. Es ist sowohl für Untersuchungen des Fundus als auch für die Bestimmung des Sehfeldes, als den am häufigsten durchgeführten Untersuchungen am menschlichen Auge, einsetzbar. Insbesondere ist die vorgeschlagene Lösung zur Mikroperimetrie, d. h. für eine örtlich begrenzte Perimetrie geeignet und zwar bei einer gleichzeitigen Untersuchung des Fundus.

[0012] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben. Dazu zeigen:

[0013] Fig. 1 einen möglichen Prinzipaufbau der erfindungsgemäßen Anordnung mit Microdisplay vom DMD-

Typ,

[0014] Fig. 2 einen weiteren möglichen Prinzipaufbau der erfindungsgemäßen Anordnung mit Microdisplay vom LCOS-Typ und

[0015] Fig. 3 eine auf die Netzhaut projizierte variabler Lichtmarke mit Koordinatensystem und Hintergrundbeleuchtung.

[0016] Das in Fig. 1 dargestellte ophthalmologische Untersuchungsgerät stellt im wesentlichen eine Spaltlampe dar, bei der das als Beleuchtungsanordnung zur Erzeugung variabler Lichtmarken 1 und/oder Leuchtfelder vorhandene opto-elektronische Bauelement 2 mit einzeln ansteuerbaren Pixelelementen eines Mikrodisplays, z. B. vom DMD-Typ, als einzige oder zusätzliche Beleuchtungseinheit vorgesehen ist. Ein Mikrodisplay vom DMD-Typ (digital mirror device) verfügt dabei über einzeln ansteuerbare Mikrospiegel. Bekannterweise sind mindestens ein Beobachtungssystem 4 sowie verschiedene Strahlformungs- und Lenkungselemente 3 vorhanden. Das ophthalmologische Untersuchungsgerät besteht aus einem Beobachtungssystem 4 und einem Beleuchtungssystem. Beide Systeme sind unabhängig von einander um die Drehachse 5 schwenkbar. Das ophthalmologische Untersuchungsgerät verfügt weiterhin über eine Eingabeeinheit 6 zur Wahl und Festlegung der einzustellenden Beleuchtungsbedingungen, eine Signalisiereinrichtung 7 zur Signalisierung der Erkennbarkeit und/oder Nichterkennbarkeit der Lichtmarken durch den Patienten als auch eine Steuereinheit 8 zur Steuerung der opto-elektronischen Bauelemente 2 und des Gesamtablaufes sowie zur Speicherung der Daten. Die Steuereinheit 8, für die beispielsweise ein PC einsetzbar ist, weist Verbindungen zur Eingabeeinheit 6, zur Signalisiereinrichtung 7, zu einer noch vorhandenen Ausgabeeinheit 9 und über Schnittstellen 10 zum opto-elektronischen Bauelement 2 und zur Lichtquelle 11 auf. Die Verbindungen können dabei sowohl drahtgebunden als auch drahtlos hergestellt werden. Als Eingabeeinheit 6 zur Wahl und Festlegung der einzustellenden Beleuchtungsbedingungen können dabei eine Tastatur, ein Steuerhebel, eine Rollkugel, ein Touchpad, eine PC-Maus, eine sprachgesteuerte Einheit, eine Fernbedienung, ein Mikromanipulator oder eine andere geeignete Anordnungen zum Einsatz kommen.

[0017] Bei dem Verfahren zur Untersuchung und Bestimmung des Sehfeldes von Patienten und insbesondere der mikroperimetrischen Untersuchung mit Hilfe des beschriebenen ophthalmologischen Untersuchungsgerätes wird eine Lichtmarke zur Fixation des Patienten Auges 12 und die zur Perimetrie erforderliche variable Lichtmarke 1 auf den Augenhintergrund projiziert. Dies erfolgt indem das opto-elektronische Bauelement 2 von einer Beleuchtungsquelle 11 beleuchtet wird. Von der Steuereinheit 8 werden die Bedingungen für die optisch, zeitlich und örtlich variable Lichtmarke 1, die in der Regel punktförmig mit einem beliebigen vorzugsweise sehr kleinen Durchmesser ist, vorgegeben. Mit Hilfe eines handelsüblichen Kontaktglases 13 oder einer Zusatzlupe, wie zum Beispiel einer VOLK Linse, wird die Lichtmarke 1 auf die Netzhaut des zu untersuchenden Auges 12 projiziert. Durch Verschieben auf der Netzhaut kann diese zum Auffinden von Gebieten mit funktionalen Störungen, z. B. Skotomen, genutzt werden. Die Manipulation der Lichtmarke 1 erfolgt dabei über die Eingabeeinheit 6 oder Bedienelemente an dem ophthalmologischen Gerät selbst. Die Richtung der Verstellung kann vorteilhafter Weise durch Rückmeldung des Patienten über die individuelle Sichtbarkeit der Lichtmarke 1 festgelegt werden. Die Bestimmung des Sehfeldes erfolgt im Gegensatz dazu in der Regel völlig programmgesteuert, wobei die Daten der in zufälliger Folge projizierten variablen Lichtmarken 1 in Ver-

bindung mit der vom Patienten über eine Signalisiereinheit 7 signalisierten Erkennbarkeit oder Nichterkennbarkeit für eine Auswertung gespeichert werden. Die Signalisiereinheit 7 kann dabei ein Hand- oder Fußtaster, eine sprachgesteuerte Einheit, eine Einheit zur Auswertung der Hirnströme oder eine der Eingabeeinheit 6 entsprechende Anordnung sein. Die gespeicherten Daten werden in der Regel als Ergebnis der Sehfeldbestimmung in Form von Empfindlichkeitsprofilen ausgegeben. Die Ausgabeeinheit 9 zur Verfolgung des Untersuchungsablaufes sowie zur Darstellung der Untersuchungsergebnisse kann dabei ein Monitor, ein Drucker oder ein HMD (head mounted display) gemäß der Druckschrift DE 197 20 851 sein. Für eine wiederholte Untersuchung des Patienten kann es von Vorteil sein, wenn die Abfolge der auf den Augenhintergrund projizierten variablen Lichtmarken 1 zusammen mit Koordinaten oder sonstigen Informationen, die zum schnelleren Wiederauffinden eines speziellen Untersuchungsgebietes dienen können, für eine mögliche erneute Untersuchung abgespeichert werden. Sowohl für die Perimetrie und insbesondere die Mikroperimetrie als auch für die Untersuchung des Fundus eines Patienten Auges 12 ist es von Vorteil, dass zusätzlich zu den Lichtmarken eine Hintergrundbeleuchtung 14 und/oder ein Koordinatensystem 15 auf den Augenhintergrund projiziert wird. Dies erfolgt vorteilhafter Weise ebenfalls mit Hilfe der opto-elektronischen Bauelemente 2. Die Hintergrundbeleuchtung 14 und/oder das Koordinatensystem 15 sind dabei ebenfalls in ihrer Form, Helligkeit, Farbe sowie ihrer örtlichen und zeitlichen Lage variabel. Die Wahl der gesamten Parameter einschließlich der spektralen Zusammensetzung sollte dabei so gewählt werden, dass eine Beeinflussung, sprich Blendung des Patienten, vermieden wird.

[0019] Die spektrale Zusammensetzung der Lichtmarken 1 und/oder Leuchtfelder kann durch Ansteuerung der opto-elektronischen Bauelemente 2, durch zusätzlich zwischen der Beleuchtungsquelle 11 und dem opto-elektronischen Bauelement 2 angeordnete Filter oder durch die Beleuchtungsquelle 11 selbst bestimmt und variiert werden.

[0020] Für zeitlich länger dauernde Augenuntersuchungen ist es zusätzlich von Vorteil, wenn die auf den Augenhintergrund projizierte Lichtmarke zur Fixation sowie die Hintergrundbeleuchtung und/oder das Koordinatensystem der Augenbewegung des Patienten nachgeführt werden. Dies kann anhand von markanten Punkten auf der Netzhaut (z. B. das Adernetz) erfolgen. Die Konzentrationsfähigkeit des Patienten kann dadurch gegenüber Untersuchungen mit ständig feststehenden Fixiermarken wesentlich verlängert werden.

[0021] Heutige ophthalmologische Untersuchungsgeräte besitzen neben einem Beobachtungssystem 4 in der Regel auch eine Bildverarbeitungseinheit, mit deren Hilfe Bilder des Auges aufgenommen und weiterverarbeitet werden können. Das Abbild des Auges wird über einen zusätzlichen Strahlteiler beispielsweise auf einer CCD-Matrix abgebildet.

[0022] Das ophthalmologische Untersuchungsgerät nach Fig. 2 stellt im wesentlichen ebenfalls eine Spaltlampe dar, bei der das als Beleuchtungsanordnung zur Erzeugung variabler Lichtmarken 1 und/oder Leuchtfelder vorhandene opto-elektronische Bauelement 2 mit einzeln ansteuerbaren Pixelelementen eines Mikrodisplays, z. B. vom LCOS-Typ, als einzige oder zusätzliche Beleuchtungseinheit vorgesehen ist. Ein Mikrodisplay vom LCOS-Typ (liquid crystal on silicon) verfügt dabei über, bezüglich ihrer Durchlässigkeit bei polarisiertem Licht, einzeln ansteuerbare LCD-Zellen. Der wesentliche Aufbau entspricht, mit Ausnahme des verwendeten opto-elektronischen Bauelementes 2 und der zugehö-

rigen Polarisationsoptik, dem in Fig. 1 beschriebenen. Da auch die einzelnen Verfahrensschritte identisch sind, wird auf die Beschreibung des Verfahrens nach Fig. 1 verwiesen. [0023] Eine weitere nicht dargestellte Ausgestaltungsvariante sieht die Verwendung eines opto-elektronischen Bauelementes 2 vom LCD-Typ oder LED-Typ vor. Das Mikrodisplay vom LCD-Typ (Liquid crystal display) verfügt dabei ebenfalls über, bezüglich ihrer Durchlässigkeit bei polarisiertem Licht, einzeln ansteuerbare LCD-Zellen. Der Aufbau ist jedoch so zu verändern, dass das opto-elektronische Bauelement 2 vom LCD-Typ im Durchlichtverfahren zu betreiben ist und eine zugehörige Polarisationsoptik erfordert. Das Mikrodisplay vom LED-Typ (light emitting diode) und insbesondere vom OLED-Typ (organic light emitting diode) besteht ebenfalls aus einzelnen, individuell ansteuerbaren Pixelelementen, die jedoch im Gegensatz zu den bisher beschriebenen opto-elektronischen Bauelementen 2 selbst Licht aussenden. Damit sind Vereinfachungen im Aufbau durch den Wegfall der Lichtquelle und der Polarisationsoptik möglich. Die einzelnen Verfahrensschritte sind jedoch identisch zu den bereits beschriebenen Anordnungen. [0024] Das erfindungsgemäße Verfahren und die zur Durchführung geeignete Anordnung ermöglichen durch kontrollierte Mikropertimetrie unter gleichzeitiger Beobachtung des Fundus sowie unter Einbeziehung des Probanden die rasche und sichere Lokalisierung von örtlich kleinen Funktionsstörungen am Augenhintergrund. Perimetrie und Fundoskopie können so zeitlich kombiniert werden, da hierfür nur noch ein Gerät erforderlich ist. Anders als bei einer getrennten Untersuchung ist somit auch eine exakte und direkte Zuordnung von z. B. Läsionen zum Skotom möglich.

#### Patentansprüche

1. Ophthalmologisches Untersuchungsgerät mit einer Beobachtungseinheit, sowie mindestens einer Beleuchtungsanordnung zur Erzeugung zeitlich und örtlich variabler Lichtmarken und/oder Leuchtfelder auf dem Augenhintergrund, wobei die Beleuchtung ausgehend von einer Lichtquelle über opto-elektronische Bauelemente zur gezielten Strahlablenkung erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Eingabeeinheit (6) zur Wahl und Festlegung der einzustellenden Beleuchtungsbedingungen vorhanden ist, dass eine Steuereinheit (8) zur Steuerung der opto-elektronischen Bauelemente und des Gesamtablaufes sowie zur Speicherung der Daten vorhanden ist, die Verbindungen zur Eingabeeinheit (6) zu einer vorhandenen Ausgabeeinheit (9) zur Verfolgung des Untersuchungsablaufes und/oder zur Darstellung der Untersuchungsergebnisse aufweist.
2. Ophthalmologisches Untersuchungsgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingabeeinheit (6) zur Wahl und Festlegung der einzustellenden Beleuchtungsbedingungen eine Tastatur, ein Steuerhebel, ein Manipulator, ein Rollkugel, ein Touchpad, eine PC-Maus, eine Fernbedienung oder eine sprachgesteuerte Einheit ist.
3. Ophthalmologisches Untersuchungsgerät nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass als opto-elektronischen Bauelemente (2) Mikrodisplays mit einzeln ansteuerbaren Pixelelementen oder Mikroskannerspiegel eingesetzt werden.
4. Ophthalmologisches Untersuchungsgerät nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung der opto-elektronischen Bauelemente (2) manuell, automatisch oder programmgesteuert ist.

5. Ophthalmologisches Untersuchungsgerät nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Signalisiereinheit (7) zur Signalisierung der Erkennbarkeit und/oder Nichterkennbarkeit der Lichtmarken (1) durch den Patienten vorhanden ist.
6. Ophthalmologisches Untersuchungsgerät nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalisiereinheit (7) ein Hand- oder Fußtaster, eine Fernbedienung, eine Tastatur, ein Steuerhebel, ein Manipulator, eine Rollkugel, ein Touchpad, eine PC-Maus oder eine Einheit zur Auswertung der Hirnströme ist.
7. Ophthalmologisches Untersuchungsgerät nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgabeeinheit (9) ein Monitor oder Drucker ist, oder dass als Ausgabeeinheit (9) ein HMD (head mounted display) zum Einsatz kommt.
8. Ophthalmologisches Untersuchungsgerät nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (8) ein PC ist, der über Schnittstellen (10) mit den anderen Komponenten verbunden ist oder dass die Steuereinheit (8) ein in das ophthalmologische Untersuchungsgerät integrierter Rechner ist.
9. Verfahren zur Untersuchung und Bestimmung des Sehfeldes von Patienten, insbesondere beim Betreiben eines ophthalmologischen Untersuchungsgerätes nach mindestens einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Lichtmarke zur Fixation des Patienten Auges auf den Augenhintergrund projiziert wird, dass eine in ihrer Form, Helligkeit, Farbe sowie ihrer örtlichen und/oder zeitlichen Lage variable Lichtmarke in einer Abfolge auf den Augenhintergrund projiziert wird, dass die Abfolge dieser variablen Lichtmarke (1) durch Eingabeelemente oder einen abgespeicherten Ablauf gesteuert wird, dass vom Patienten in Reaktion auf die Erkennbarkeit oder Nichterkennbarkeit der jeweiligen Lichtmarke (1) ein zugeordnetes Signal an die Steuereinheit (8) gegeben wird, dass aus der Erkennbarkeit der Bildinformationen bezüglich Lage, Form und Helligkeit der Lichtmarken (1) Rückschlüsse auf das Sehvermögen des Patienten gezogen werden, dass die Daten der variablen Lichtmarke (1) in Verbindung mit der vom Patienten signalisierten Erkennbarkeit oder Nichterkennbarkeit für eine Auswertung gespeichert werden und dass die gespeicherten, weiterverarbeitete oder aufbereitete Daten als Ergebnis der Untersuchung, insbesondere der Sehfeldbestimmung ausgegeben werden.
10. Verfahren zur Untersuchung und Bestimmung des Sehfeldes eines Patienten nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die variable Lichtmarke (1) punktförmig ist.
11. Verfahren zur Untersuchung und Bestimmung des Sehfeldes eines Patienten nach Anspruch 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu den Lichtmarken eine Hintergrundbeleuchtung (14) und/oder ein Koordinatensystem (15) auf den Augenhintergrund projiziert wird, dass die zusätzlich zu den Lichtmarken auf den Augenhintergrund projizierte Hintergrundbeleuchtung (14) und/oder das Koordinatensystem (15) ebenfalls in ihrer Form, Helligkeit, Farbe sowie ihrer örtlichen und zeitlichen Lage variabel sind und

dass die auf den Augenhintergrund projizierte Lichtmarke zur Fixation sowie die Hintergrundbeleuchtung (14) und/oder das Koordinatensystem (15) der Augenbewegung des Patienten nachgeführt werden.

12. Verfahren zur Untersuchung und Bestimmung des Sehfeldes eines Patienten 5

nach Anspruch 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Abfolge der variablen Lichtmarken (1) in ihrer Lage, Form, Helligkeit und Farbe zufällig ist, oder dass die Abfolge der variablen Lichtmarken (1) in Abhängigkeit der vom Patienten gelieferten Signale gelenkt wird, 10

dass die zufällige oder willkürliche Abfolge der variablen Lichtmarken (1) unter Beobachtung erfolgen kann und 15

dass die Abfolge der auf den Augenhintergrund projizierten variablen Lichtmarken (1) zusammen mit Koordinaten oder sonstigen Informationen, die zum schnelleren Wiederauffinden eines speziellen Untersuchungsgebietes dienen können, für eine möglichen wiederholten Ablauf abgespeichert werden. 20

13. Verfahren zur Untersuchung und Bestimmung des Sehfeldes eines Patienten nach Anspruch 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertung mit Hilfe einer automatischen Bildauswertung durchgeführt wird. 25

14. Verfahren zur Untersuchung und Bestimmung des Sehfeldes eines Patienten nach Anspruch 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der gespeicherten Daten ein manueller oder automatischer Untersuchungsablauf, z. B. zur Verlaufskontrolle, wiederholt werden kann. 30

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

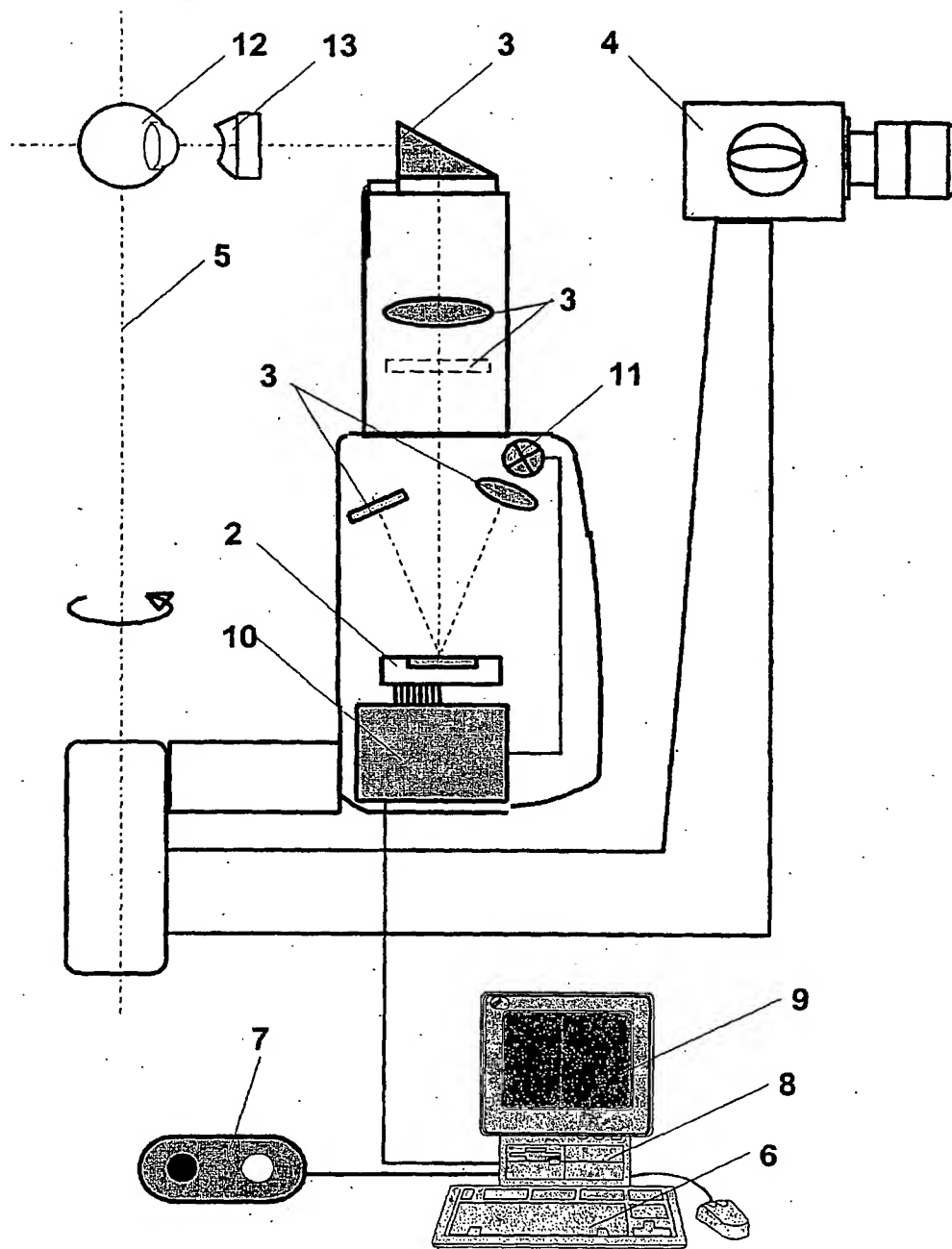
45

50

55

60

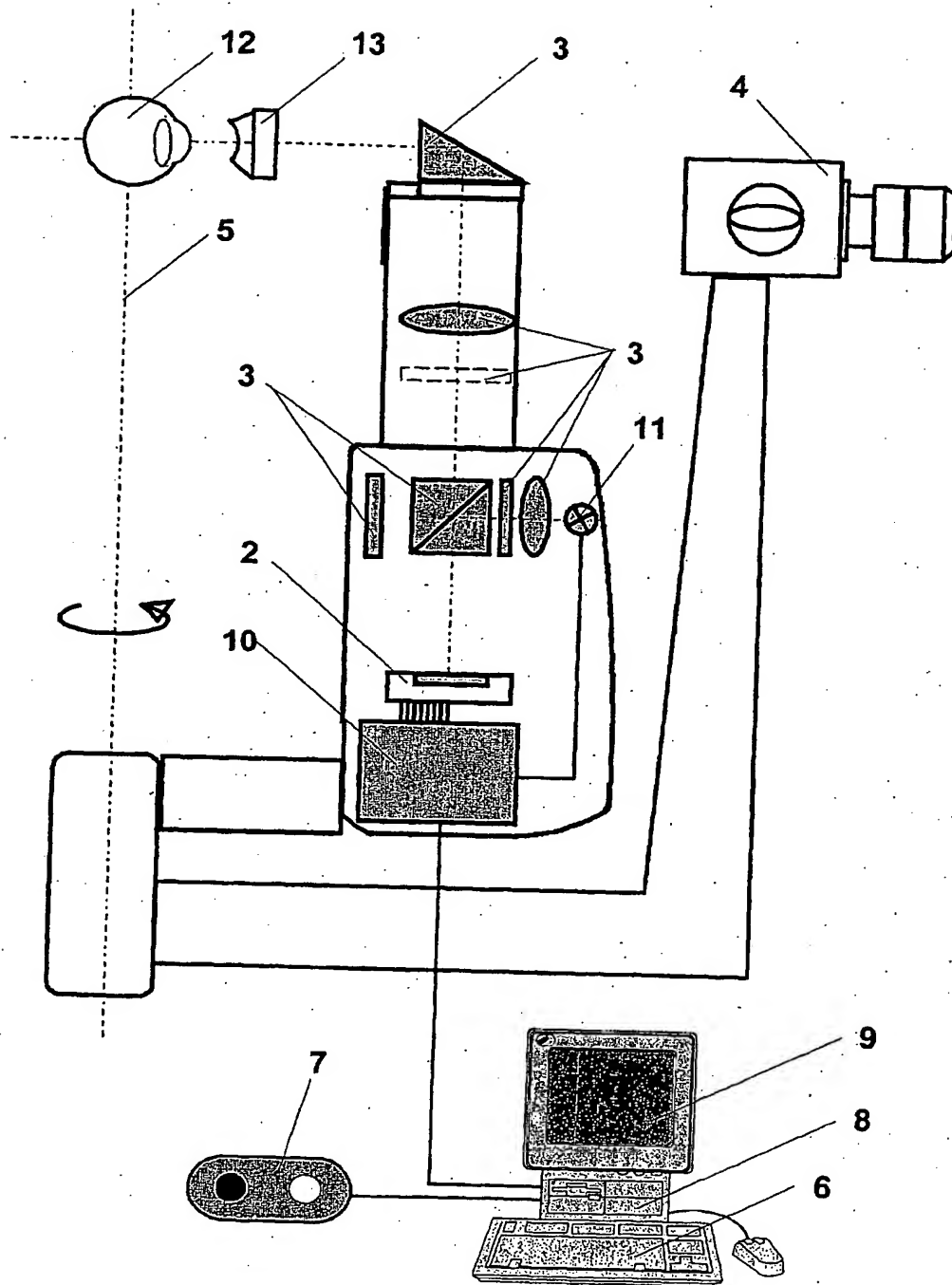
65



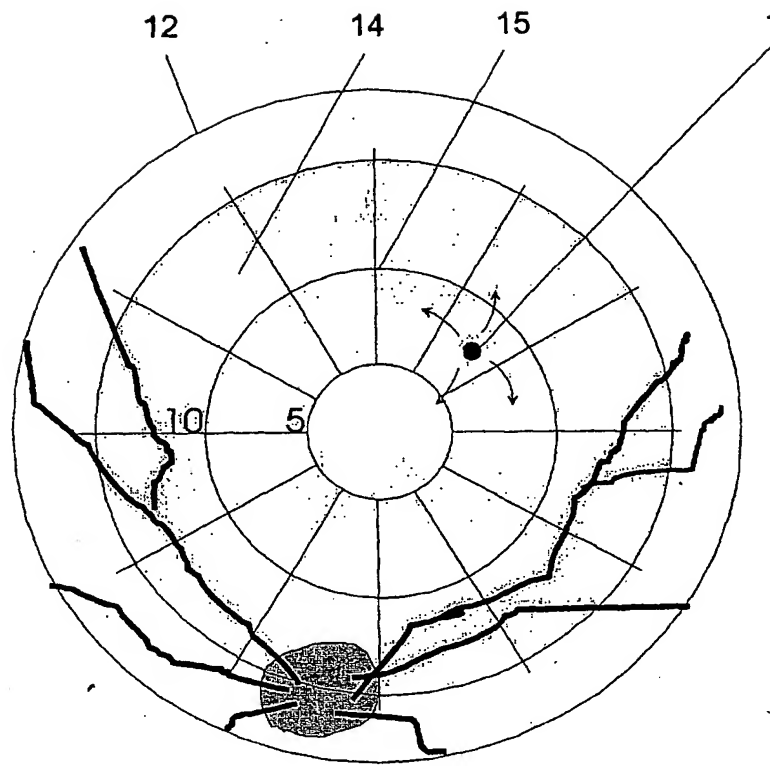
Figur 1

BEST AVAILABLE COPY





### Figur 2



Figur 3

BEST AVAILABLE COPY